

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-116885
(P2001-116885A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001. 4. 27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 2 1 F 3/00		G 2 1 F 3/00	N
G 2 1 C 19/32		G 2 1 C 19/32	T
G 2 1 F 1/10		G 2 1 F 1/10	
5/008		9/36	5 0 1 F
9/36	5 0 1	5/00	F
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-295781

(22) 出願日 平成11年10月18日 (1999. 10. 18)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 二瓶 潔

神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三
菱重工業株式会社神戸造船所内

(72) 発明者 名島 憲治

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明 (外1名)

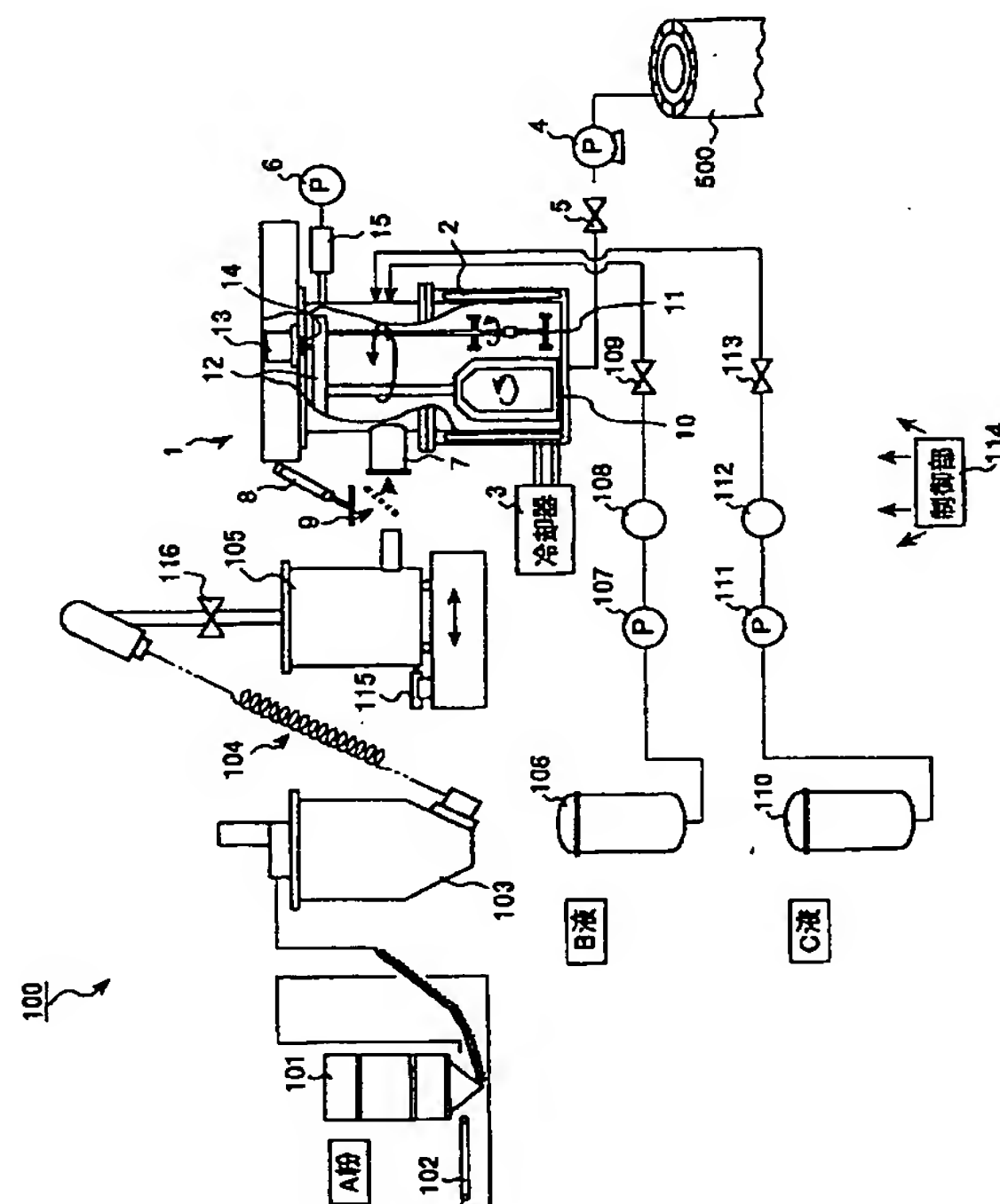
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レジン充填装置およびレジン充填方法

(57) 【要約】

【課題】 レジンの充填作業を容易にすること。

【解決手段】 混合容器1内の温度を水冷ジャケット2および冷却器3によりコントロールすることで、熱硬化までの時間を稼ぐ。従って、レジン的大量混合することができるから、キャスク500に対してレジンを持続的に充填することができる。これにより、レジンの充填作業を容易にすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とを混ぜることにより開環重合発熱して硬化する基剤と、中性子を吸収する中性子吸収剤と、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウムその他の難燃剤とを混合容器内で混合して流動状態にしたレジン充填装置において、前記混合容器に、冷却手段を設けたことを特徴とするレジン充填装置。

【請求項 2】 さらに、混合容器を真空状態にする真空ポンプを設けたことを特徴とする請求項 1 に記載のレジン充填装置。

【請求項 3】 さらに、混合容器内で混合を行う回転翼を駆動するモータを、前記混合容器内に設けたことを特徴とする請求項 2 に記載のレジン充填装置。

【請求項 4】 さらに、混合容器内からキャスクまでレジンを送出するにあたり、ギアポンプ、サインポンプその他の粘性流体を扱えるポンプを用いたことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載のレジン充填装置。

【請求項 5】 エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とを混ぜることにより開環重合発熱して硬化する基剤と、中性子を吸収する中性子吸収剤と、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウムその他の難燃剤とを混合して流動状態にしたレジンを充填するレジン充填方法において、キャスクへの充填を行うまでの間、前記混合したレジンが可使用時間を保つように冷却するようにしたことを特徴とするレジン充填方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、中性子遮蔽体を形成するレジンを混合して送出し、キャスク内に充填するレジン充填装置およびレジン充填方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 核燃料サイクルの終期にあつて燃焼を終え使用できなくなった核燃料集合体を、使用済み核燃料集合体という。使用済み核燃料体は、FP など高放射能物質を含むので熱的に冷却する必要があるから、原子力発電所の冷却ピットで所定期間（3 ～ 6 ヶ月間）冷却される。その後、遮蔽容器であるキャスクに収納され、トラックまたは船舶で再処理施設に搬送、貯蔵される。使用済み核燃料集合体をキャスク内に収容するにあたっては、バスケットと称する格子状断面を有する保持枠を用いる。当該使用済み核燃料集合体は、当該バスケットに形成した複数の収納空間であるセルに 1 体ずつ挿入され、これにより、輸送中の振動などに対する適切な保持力を確保している。

【0003】 図 3 は、キャスクの一例を示す斜視図である。このキャスク 500 は、 γ 線遮蔽体である胴本体 501 と、胴本体 501 のキャビティ内に挿入したバスケ

ット 502 と、胴本体 501 と外筒 503 の間に設けた複数の内部フィン 511 と、当該内部フィン 511、胴本体 501 および外筒 503 とから構成される空間に充填した中性子吸収能を有する中性子遮蔽体（レジン）504 と、ステンレス鋼製であつてその内部に中性子遮蔽体 506 を封入した一次蓋 505 と、 γ 線を遮蔽するステンレス鋼等からなる二次蓋 507 と、下部に中性子を遮蔽するための補助遮蔽体を取り付けた底板と、キャスク 500 を吊り下げるトラニオン 510 とから構成されている。バスケット 502 は、複数の角パイプ 512 から構成されており、当該角パイプ 512 の間には、臨界防止のため中性子吸収板 513 が配置されている。

【0004】 ここで、前記内部フィン 511 などにより形成される空間にレジンを充填するときは、つぎのようにして行う。まず、混合容器内に、主剤であるエポキシ樹脂を投入し、この後、無機の難燃剤である水酸化アルミニウム粉末と共に熱中性子の吸収に適する炭化ホウ素を投入する。続いて、エポキシ樹脂、水酸化アルミニウム粉末および炭化ホウ素を混合しつつ、さらにエポキシ硬化剤を投入する。これら材料の混合は、20 分～30 分間行うようにする。エポキシ樹脂の主剤とエポキシ硬化剤とが混ざった時点から硬化反応が始まり、開環重合発熱により容器内の温度が次第に上昇する。

【0005】 つぎに、流動状態のレジンを、流量計により計測しつつ更にホースとポンプを用い、前記内部フィンにより構成する空間内に流し込む。流し込んだレジン は、エポキシ樹脂とエポキシ硬化剤との反応熱により当該空間内で加熱硬化が進行する。この作業をそれぞれの空間毎に行うことにより、レジンの充填が完了する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来方法によれば、エポキシ樹脂の主剤、硬化剤、難燃剤および中性子吸収剤を混合すると、時間経過と共に反応熱により温度が上昇し混合容器内で硬化が進行してしまうので、レジンを大量に混合して、キャスク 500 の空間に充填することが困難であった。このため、それぞれの空間毎に小容量のバッチ処理でレジンの充填を行うしかなく、作業に手間がかかるという問題点があった。

【0007】 この発明は、上記に鑑みてなされたものであつて、レジンの充填を効率的に行うことができるレジン充填装置およびレジン充填方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上述の目的を達成するために、請求項 1 にかかるレジン充填装置は、エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とを混ぜることにより開環重合発熱して硬化する基剤と、中性子を吸収する中性子吸収剤と、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウムその他の難燃剤とを混合容器内で混合して流動状態にしたレジンを充填するレジン充填装置において、前記混合容器に冷却手

段を設けたものである。

【0009】硬化剤および主剤と中性子吸収剤とを混合容器内で混ぜて流動状態のままキャスク内に充填し、そのまま発熱を促進させて硬化させるが、硬化までの温度に早く到達すると硬化して流動性がなくなってしまう。このため、当該発明では、混合容器の周囲に冷却手段を設けることにより硬化するまでの時間（可使時間）を長くするようにしている。これにより、キャスク内に充填するレジン全体を充填しても、長時間、 casting可能状態を維持できるから、レジンを連続的に充填することができる。これに対して従来では、 casting可能時間が短いため大量製造に適さず、バッチ処理によりレジンを充填しなければならなかったが、この発明によれば、冷却手段の作用により流動状態を長く保持できるから連続充填が可能であり、レジン充填を効率的に行うことができるようになる。なお、冷却手段には、冷却可能なものであればあらゆるものを適用することができる。なお、中性子吸収剤は、炭化硼素、無機硼素、正硼酸、メタ硼酸などの無機硼素化合物からなる。

【0010】また、請求項2にかかるレジン充填装置は、上記レジン充填装置において、さらに、混合容器を真空状態にする真空ポンプを設けたものである。すなわち、大気中で混合を行うとレジんに気泡が混入してしまうので、真空中で混合するようにした。これにより、気泡混入によるレジンの密度低下、すなわち見かけの水素含有率の減少を抑えることができる。

【0011】また、請求項3にかかるレジン充填装置は、上記レジン充填装置において、さらに、混合容器内で混合を行う回転翼を駆動するモータを、前記混合容器内に設けたものである。このように、モータを混合容器内に設けることにより、メカニカルシールなどを施さずにすむようになり、混合容器の真空度を高めることができる。また、混合容器内を真空のみならず、加圧することもできるから、レジンをガス圧で圧送できる。このためポンプを省略できる。

【0012】また、請求項4にかかるレジン充填装置は、上記レジン充填装置において、さらに、混合容器内からキャスクまでレジンを送出するにあたり、ギアポンプまたはサインポンプを用いたものである。このように、ギアポンプまたはサインポンプを用いてレジンを送出することにより、さらに高速度で液を移送（ casting込む）することができる。

【0013】また、請求項5にかかるレジン充填方法は、エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とを混ぜることにより開環重合発熱して硬化する基剤と、中性子を吸収する中性子吸収剤と、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウムその他の難燃剤とを混合して流動状態にしたレジンを充填するレジン充填方法において、キャスクへの充填を行うまでの間、冷却手段を用いて前記混合したレジンを可使温度を保つように冷却するようにしたものである。

【0014】 casting込み可能な状態を長くするには、基剤の反応熱を冷却して流動状態（可使状態）を保つ必要がある。これは基剤が熱により硬化して流動性を失ない、キャスクの充填に適さなくなるからである。このため、冷却手段を用いてレジンを冷却するようにすれば、レジンの温度上昇を抑制することができるから、流動状態を長く保持することができる。従って、レジンを大量混合してもその全てを充填するまでレジンが硬化することはないから、レジンを連続的に充填することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかるレジン充填装置およびレジン充填方法の実施の形態につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0016】図1は、この発明の実施の形態にかかるレジン充填装置を示す構成図である。このレジン充填装置100は、無機の難燃剤である水酸化アルミニウム粉末と中性子吸収剤である炭化ホウ素からなる粉末（A粉）を入れたドラム缶101を搬送するドラムフィーダー102と、ドラムフィーダー102からA粉を搬送し貯蔵する貯蔵タンク103と、貯蔵タンク103からスプリングフィーダー104などによりA粉を搬送して計量する計量タンク105と、主剤であるエポキシ樹脂（B液）を貯蔵するB液用タンク106と、B液を搬送するポンプ107と、B液の流量を計測する流量計108およびB液の流れを調整する調整弁109と、硬化剤であるエポキシ硬化剤（C液）を貯蔵するC液用タンク110と、C液を搬送するポンプ111と、C液の流量を計測する流量計112およびC液の流れを調整する調整弁113と、これらの要素を制御する制御部114を備えている。

【0017】計量タンク103は、内部にテフロンコーティングが施されており、油圧シリンダー115により混合容器1側に移動することができる。また、上記レジン充填装置100は、A粉、B液およびC液を投入する混合容器1と、混合容器1の外部に設けた水冷ジャケット2と、水冷ジャケット2の水を冷却する冷却器3と、混合したレジンを搬送するギアポンプ4と、レジンの流れを調整する調整弁5とを備えている。混合容器1には、内部を真空引きする真空ポンプ6が設けられている。ギアポンプ4を用いたのは、混合容器1内を所定の真空度に保ったままレジンを高速で移送するためである。また、B液およびC液は、混合容器1の容器頂部から投入され、混合容器1内の密封は前記調整弁109、113により確保されている。A粉は、混合容器1の投入口7から投入され、その投入口7には油圧シリンダー8により開閉する密閉蓋9により密封を確保するようにしている。

【0018】さらに、混合容器1の内部には、環状のプラネタリ回転翼10と、高速回転をするディスパーサ回

転翼 11 とが設けられている。これらプラネタリ回転翼 10 およびディスパーサ回転翼 11 は、ギアボックス 12 の回転軸に結合しており、当該ギアボックス 12 の上部には駆動用のモータ 13 が取り付けられている。ギアボックス 12 は混合容器 1 内に配置されているが、モータ 13 は混合容器 1 の上部に取り付けられ、その回転軸がメカニカルシール 14 を介して混合容器 1 内のギアボックス 12 と結合している。なお、メカニカルシール 14 の他に、通常の軸部分に用いる簡易なシールを用いるようにしてもよい。ギアボックス 12 内には、プラネタリ回転翼 10 およびディスパーサ回転翼 11 を所定の回転数にできるように、遊星歯車を用いた歯車の組み合わせが收容されている（図示省略）。

【0019】プラネタリ回転翼 10 およびディスパーサ回転翼 11 は、自転しながら公転する。プラネタリ回転翼 10 の回転数は 6 rpm ~ 70 rpm であり、ディスパーサ回転翼 11 の回転数は 2000 rpm ~ 6000 rpm の範囲に設定される。水冷ジャケット 2 の冷却器 3 は、熱交換を行うラジエータを備えている（図示省略）。前記ギアポンプ 4 および調整弁 5 を有する系統の配管から、キャスク 500 内にレジン投入する。混合容器 1 内の真空圧は、40 Torr ~ 50 Torr の範囲に設定する。また、上記制御部 114 は、プラネタリ回転翼 10 およびディスパーサ回転翼 11 などの回転数および回転時間、原料仕込み作業時のポンプ稼動および停止指示、水冷ジャケットの水温管理、鋳込み作業時のポンプ駆動などの制御を行う。

【0020】つぎに、このレジン充填装置 100 の動作について説明する。混合容器 1 内に投入する A 粉と、B 液および C 液の割合は、A 粉を 62 wt %（水酸化アルミニウム 60.6 wt %、炭化ホウ素 1.4 wt %）、B 液および C 液を 38 wt % とする。混合容器 1 内へは、B 液を入れてから A 粉を投入攪拌し、A 粉が B 液に混入された後で、最後に C 液を投入するようにする。はじめに B 液および C 液を入れると両者が反応してしまうためである。

【0021】まず、調整弁 109 を開いた状態でポンプ 107 を駆動して B 液用タンク 106 から B 液を送出する。B 液の流量は流量計 108 により計測されている。調整弁 109 は、B 液が所定量流れた時点で閉じられる。つぎに、貯蔵タンク 103 内に貯蔵されている A 粉をスプリングフィーダー 104 により計量タンク 105 内に搬送する。計量タンク 105 は、A 粉の重量を計量できる機能を有しており、A 粉が所定量投入された時点で上部のバルブ 116 を閉めると共にスプリングフィーダー 104 の動作を停止する。続いて、計量タンク 105 を移動すると共に混合容器 1 の密閉蓋 9 を開け、当該混合容器 1 内に A 粉を投入する。A 粉の投入後は油圧シリンダー 8 により密閉蓋 9 を閉じておく。

【0022】つぎに、調整弁 113 を開いた状態でポン

プ 111 を駆動して C 液用タンク 110 から C 液を送出する。C 液の流量は流量計 112 により計測されている。調整弁 113 は、C 液が所定量流れた時点で閉じられる。C 液が混合容器 1 内に投入された時点で B 液との硬化反応が始まる。ここで、調整弁 113 を閉めて混合容器 1 内の密封が完了すると、真空ポンプ 6 により混合容器 1 内を所定真空圧まで真空引きする。真空ポンプ 6 の前段には、フィルター 15 が装備されているから、A 粉が真空ポンプ 6 内に吸引されるのを防止できる。続いて、A 粉、B 液および C 液をプラネタリ回転翼 10 およびディスパーサ回転翼 11 により混合容器 1 内にて低速および高速に回転させる。真空中で攪拌混合することによりレジン内に気泡が混入するのを防止することができる。

【0023】プラネタリ回転翼 10 およびディスパーサ回転翼 11 は、所定の回転速度で自転および公転を継続する。これと共に、冷却器 3 を作動させて混合容器 1 を冷却し、内部温度のコントロールを行う。具体的な混合容器 1 内の温度は、材料の配合比により異なるが、たとえば 20℃ ~ 27℃ の範囲内に収めるようにし、その温度制御は、±1℃ の範囲で行うようにする。当該温度範囲内においては、レジンが長時間に渡って鋳込み可能な流動状態にあるのでキャスク 500 まで容易に運搬することができる。かかる冷却の効果により、可使時間を 2 時間から 3 時間確保することができる。そして、流動状態のレジン混合容器 1 内からギアポンプ 4 によって送出され、キャスク 500 内に連続的に充填される。レジン混合容器 1 内に充填された状態で開環重合発熱し、その温度上昇によりキャスク 500 内で固化する。

【0024】以上、この発明のレジン充填装置 100 によれば、真空状態で A 粉、B 液および C 液を混合容器 1 内で混合し、当該混合容器 1 を冷却することでレジンの固化時間を遅くさせるようにした。このため、可使時間が長くなりレジンの充填を容易に行うことができるようになる。また、従来は可使時間が短いために小容量のバッチ処理によってレジン混合容器 1 内に充填するようしていたため、レジン充填作業の効率が低かったが、このレジン充填装置 100 によれば、レジン混合容器 1 内に大量混合できるので連続的に充填することができ、混合作業などが少数回で済むことになる。このため、キャスク 500 の製造効率が向上する。

【0025】つぎに、このレジン充填装置 100 の変形例を示す。図 2 は、このレジン充填装置の混合容器部分を示す構成図である。このレジン充填装置 200 は、プラネタリ回転翼 10 およびディスパーサ回転翼 11 を駆動するモータ 201 を混合容器 202 内に配置し、メカニカルシール 14 を廃止したものである。かかる構成によれば、モータ 201 ごと真空引きすることにより真空度を向上させることができると共に、混合容器 202 内の加圧が可能になる。すなわち、混合容器 202 内を真

空引きした後、逆に容器内を加圧することで、レジンをキャスク 500 まで圧送することができる。

【0026】なお、A 粉、B 液および C 液を混合容器 1、202 に投入するまでの構成は上記構成に限られず、A 粉、B 液および C 液を所定配分で投入することができれば、どのようなものであってもよい。また、貯蔵タンク 103、B 液用タンク 106 および C 液用タンク 110 などを、混合容器 1、202 の上部に配置するような構成にしてもよい。かかる構成によればポンプなどを簡略化または省略することができる。さらに、前記ギアポンプ 4 に代えてサインポンプ、ツールポンプ、一軸スネークポンプその他の粘性流体を扱える形式のポンプを用いるようにしてもよい。また、上記では混合容器 1、202 の冷却に冷却器 3 を用いたが、これ以外に液化しやすい冷媒を用いた圧縮冷凍機など、冷却作用があって且つある程度温度を制御することが可能なものであればどのようなものでも用いることができる。

【0027】また、中性子吸収剤には、上記炭化ホウ素の他、鉛、バリウム、鉄、水素化物などを用いることができる。耐火剤には、水酸化アルミニウムの他、水酸化マグネシウムなどを用いるようにしてもよい。さらに、B 液には、エポキシ樹脂の他、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、ビスマレイミド樹脂などを用いることもできる。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、この発明にかかるレジン充填装置（請求項 1）では、混合容器に冷却手段を設けたので、レジンの可使時間を稼ぐことができる。このため、レジンを大量製造して連続的に充填することが可能になるから、レジン充填を効率的に行うことができる。

【0029】また、この発明にかかるレジン充填装置（請求項 2）では、混合容器を真空状態にする真空ポンプを設けたので、レジンへの気泡混入を防止できるから、レジンの密度減少による性能低下が防止できる。

【0030】また、この発明にかかるレジン充填装置（請求項 3）では、混合容器内で混合を行う回転翼を駆動するモータを混合容器内に設けたので、真空度を高めることができる。このため、気泡混入をさらに防止することができる。また、レジンの圧送も可能になる。

【0031】また、この発明にかかるレジン充填装置（請求項 4）では、混合容器内からキャスクまでレジンを送出するにあたりギアポンプなどの粘性流体を扱えるポンプを用いたので、レジンの高速移送によりすみやかに充填することができる。

【0032】また、この発明にかかるレジン充填方法（請求項 5）では、キャスクへの充填を行うまでの間、冷却手段を用いて前記混合したレジンの可使時間、すなわち移動可能な状態を保つように冷却するようにしたので、レジンの大量混合が可能である。このため、レジンの充填を連続的に行えるから効率的である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の実施の形態にかかるレジン充填装置の構成を示す図である。

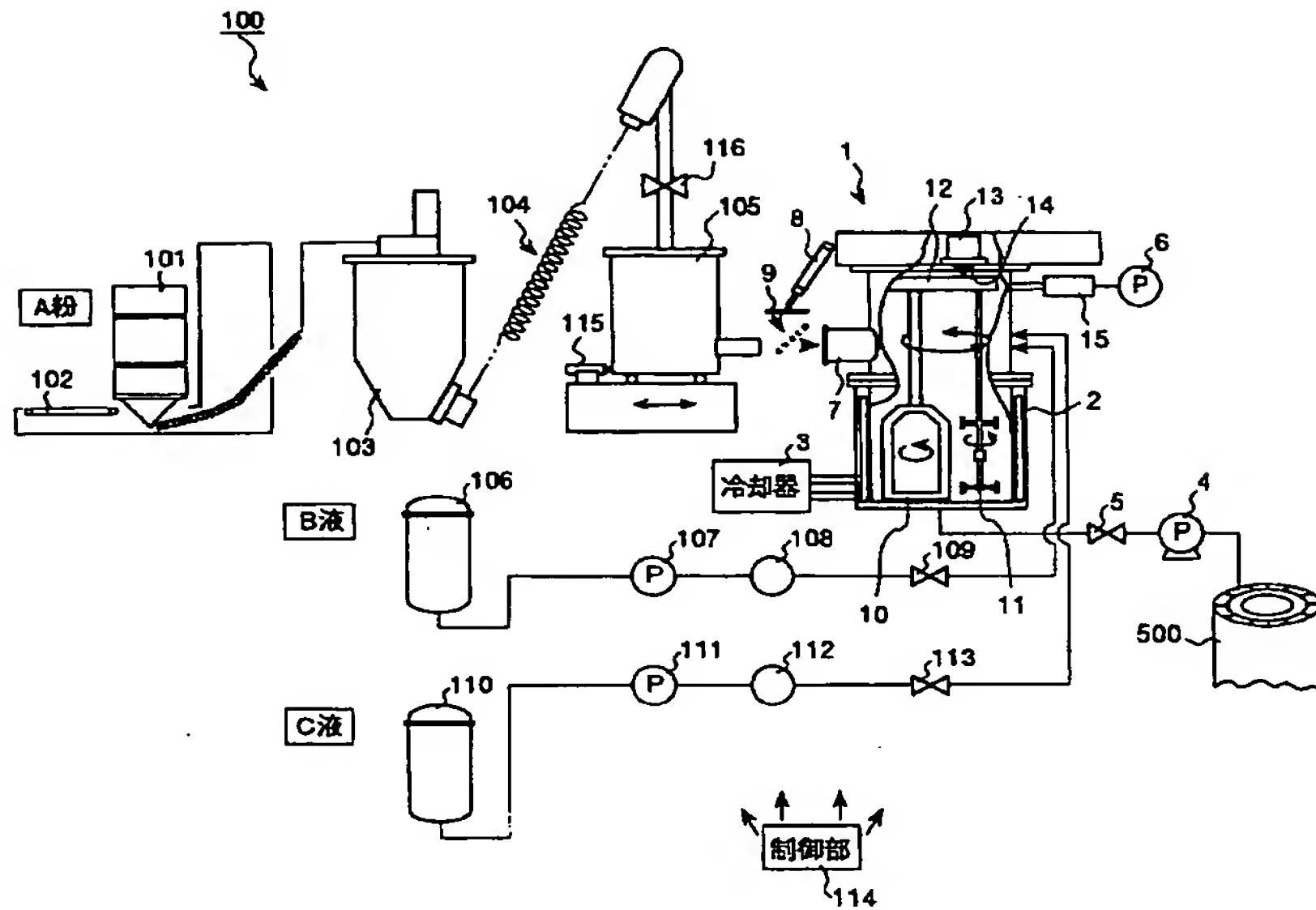
【図 2】図 1 に示したレジン充填装置の変形例を示す図である。

【図 3】従来におけるキャスクの一例を示す斜視図である。

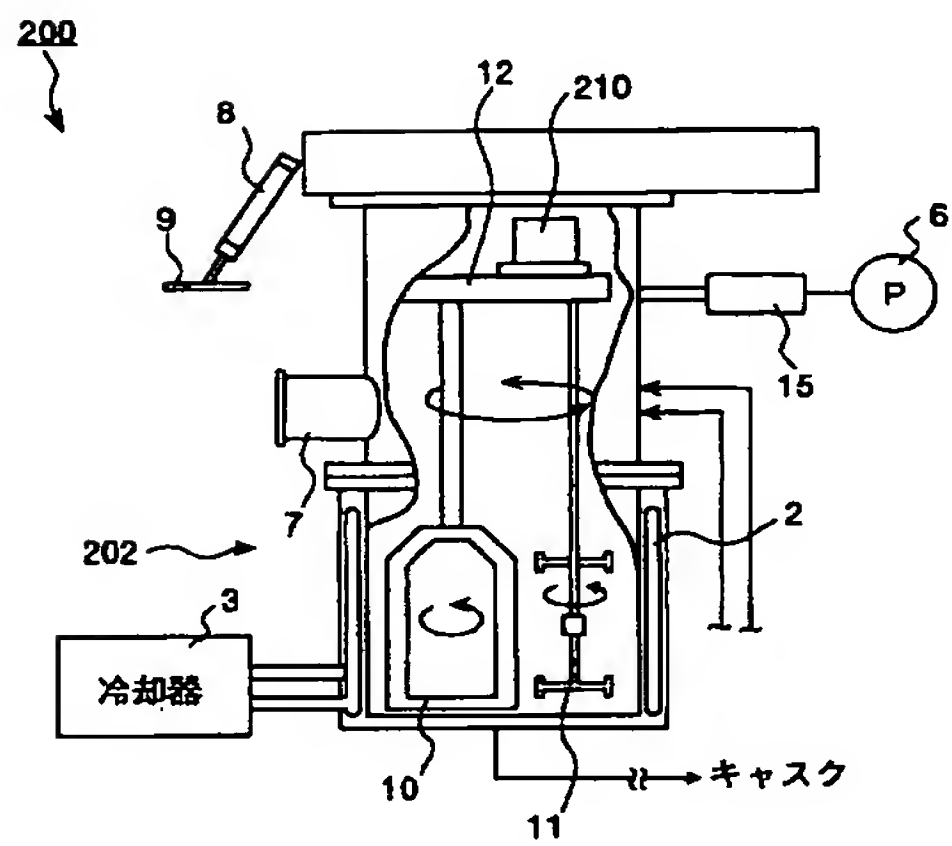
【符号の説明】

- 1 混合容器
- 2 水冷ジャケット
- 3 冷却器
- 4 ギアポンプ
- 5 調整弁
- 6 真空ポンプ
- 10 プラネタリ回転翼
- 11 ディスパーサ回転翼
- 13 モータ
- 14 メカニカルシール
- 100 レジン充填装置
- 101 ドラム缶
- 102 ドラムフィーダー
- 103 貯蔵タンク
- 104 スプリングフィーダー
- 105 計量タンク
- 106 B 液用タンク
- 107、111 ポンプ
- 108、112 流量計
- 109、113 調整弁
- 110 C 液用タンク

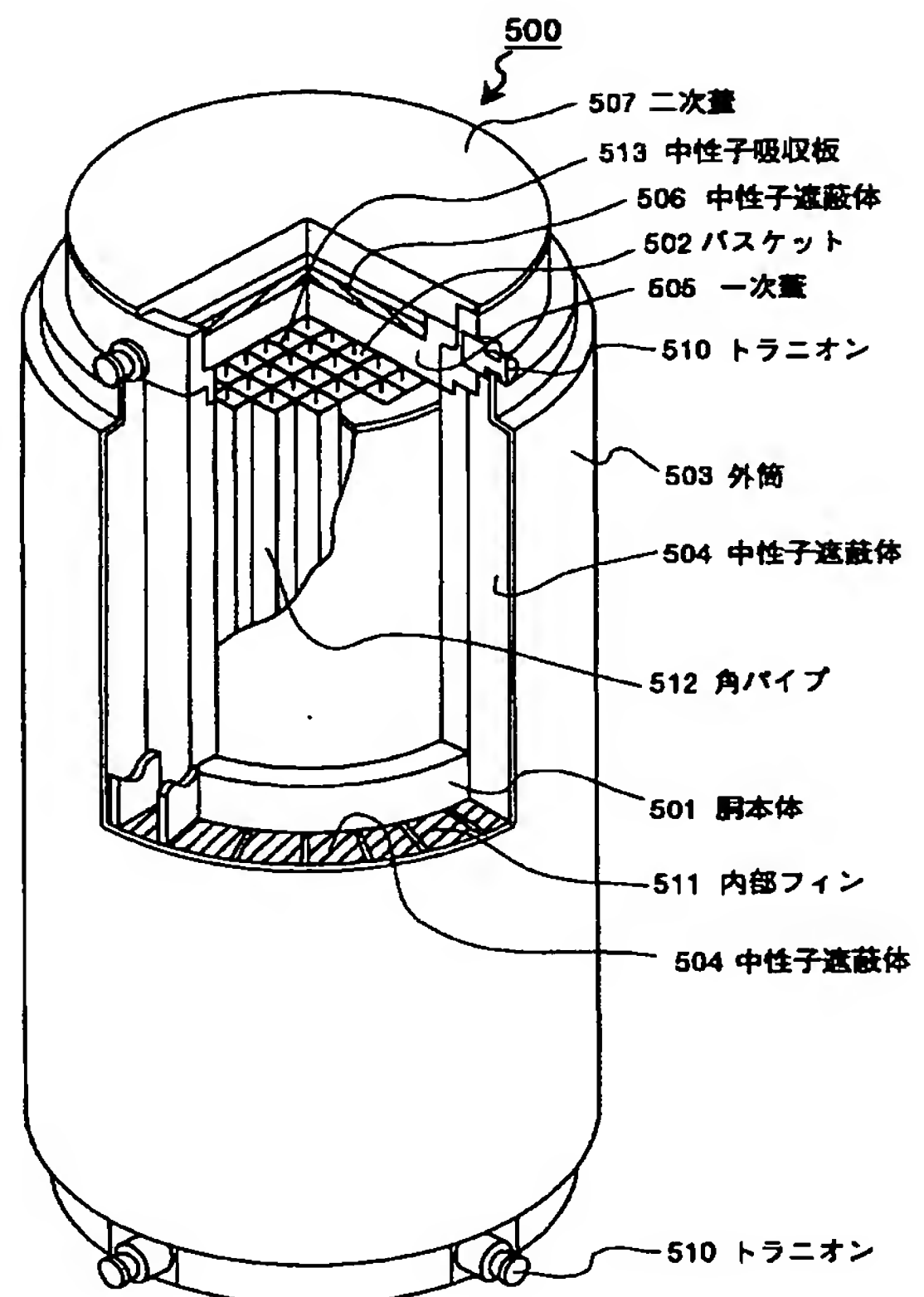
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 三宅 崇史

兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号
三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 柏井 俊彦

神戸市兵庫区小松通五丁目 1 番 16 号 株式
会社神菱ハイテック内